

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



09/980106

REC'D 21 JUL 2000

WIPO

PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 3 november 1999 onder nummer 1013474,

ten name van:

**GASTEC N.V.**

te Apeldoorn

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Systeem voor het genereren van elektrische energie en warmte",

en dat blijkens een bij het Bureau voor de Industriële Eigendom op 26 april 2000 onder nummer 37598 ingeschreven akte aanvrager de uit deze octrooiaanvraag voortvloeiende rechten heeft overgedragen aan:  
**PLUG POWER INC.**

te New York-Latham, Verenigde Staten van Amerika

onder inroeping van een recht van voorrang, gebaseerd op de in Nederland op 27 mei 1999 onder nummer 1012162 ingediende aanvraag om octrooi

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 29 juni 2000.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

A.W. van der Kruk.

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

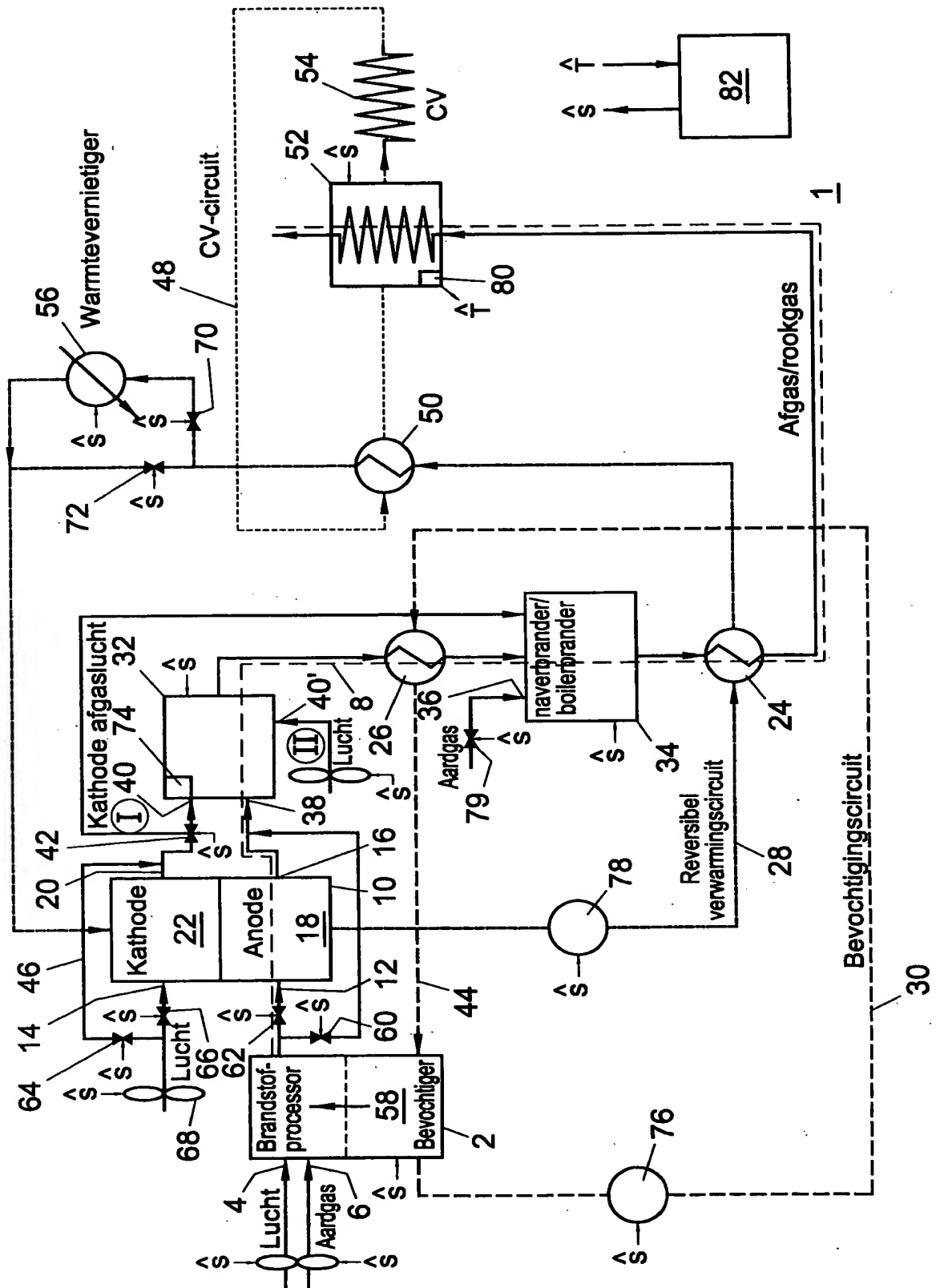
1013474

3 NOV. 1999

## UITTREKSEL

Het systeem is voorzien van een brandstofprocessor voor het genereren van waterstof uit een koolwaterstofverbinding of uit mengsels van koolwaterstofverbindingen en een verbrandingstraject waarlangs de gegenereerde waterstof wordt geleid voor verbranding. In het verbrandingstraject tenminste een brandstofcel is opgenomen voor het opwekken van elektrische energie. Het systeem verder is voorzien van een eerste warmtewisselaar en een tweede warmtewisselaar die enerzijds stroomafwaarts van de brandstofcel in serie in het verbrandingstraject zijn opgenomen, een eerste verwarmingscircuit waarin de brandstofcel is opgenomen en een tweede verwarmingscircuit waarin de brandstofprocessor is opgenomen. De eerste warmtewisselaar is anderzijds in het eerste verwarmingscircuit opgenomen. De tweede warmtewisselaar is anderzijds in het tweede verwarmingscircuit is opgenomen.





P51344NL00

Titel: Systeem voor het genereren van elektrische energie en warmte.

De uitvinding heeft betrekking op een systeem voorzien van een brandstofprocessor voor het genereren van waterstof uit een koolwaterstofverbinding en een verbrandingstraject waarlangs de gegenereerde waterstof wordt geleid voor verbranding, waarbij in het verbrandings- traject tenminste een brandstofcel is opgenomen voor het tenminste opwekken van elektrische energie en eventueel warmte door verbranding van de door de brandstofprocessor gegenereerde waterstof.

10 Dergelijke systemen zijn op zich bekend. Bij deze bekende systemen wordt door middel van warmteuitwisseling de energieproductie van de brandstofcel geïntegreerd met de energiebehoefte van de brandstofprocessor, met name voor het genereren van stoom maar ook voor de toevoer van  
15 energie voor  $H_2$  productie via de endotherme stoom-reformingsreactie. Een dergelijk systeem is niet geschikt om bijvoorbeeld een gebouw of huis van een sterk wisselende hoeveelheid elektrische energie te voorzien. Ook is het systeem niet geschikt om autonoom op te starten. In vol  
20 bedrijf dient immers zowel de brandstofcel als de brandstofprocessor van warmte te zijn voorzien. Er zijn reeds methoden omschreven voor opstart van de brandstofcel met door een stationair opererende brandstofprocessor gegenereerde warmte. Het probleem bij deze methode is  
25 echter nog steeds dat de brandstofprocessor moet worden opgestart onder toevoer van warmte.

De onderhavige uitvinding heeft als doel om één systeem te verschaffen voor zowel de integratie van de energieproductie van de brandstofcel met de energiebehoefte  
30 van de brandstofprocessor, als ook voor de simultane opstart van de brandstofcel en de brandstofprocessor. Ook

dient het systeem aan een variabele energiebehoefte te kunnen voldoen.

Het systeem volgens de uitvinding is hiertoe gekenmerkt in dat het systeem verder is voorzien van een eerste warmtewisselaar en een tweede warmtewisselaar die enerzijds stroomafwaarts van de brandstofcel in serie in het verbrandingstraject zijn opgenomen, een eerste verwarmingscircuit waarin de brandstofcel is opgenomen en een tweede verwarmingscircuit waarin de brandstofprocessor is opgenomen waarbij de eerste warmtewisselaar anderzijds in het eerste verwarmingscircuit is opgenomen voor het uitwisselen van warmte tussen het verbrandingstraject en het eerste verwarmingscircuit en de tweede warmtewisselaar anderzijds in het tweede verwarmingscircuit is opgenomen voor het uitwisselen van warmte tussen het verbrandingstraject en het tweede verwarmingscircuit.

Dankzij het eerste en tweede verwarmingscircuit kunnen bij opstart respectievelijk de brandstofcel en de brandstofprocessor worden voorzien van warmte. In bedrijf kan het eerste verwarmingscircuit zelfs worden gebruikt voor het afvoeren van een overschot aan door de brandstofcel gegenereerde energie voor andere doeleinden zoals hierna nog nader zal worden uiteengezet.

In het bijzonder geldt dat het systeem verder is voorzien van een tussen de brandstofcel en de tweede warmtewisselaar in het verbrandingstraject opgenomen afgasbrander. Met behulp van de afgasbrander kan de nog niet volledig door de brandstofcel verbrande waterstof alsnog, althans nagenoeg, volledig worden verbrand.

Meer in het bijzonder geldt dat het systeem verder is voorzien van een tussen de eerste en tweede warmtewisselaar in het verbrandingstraject opgenomen brander, met de functie van naverbrander of boilerbrander.

Volgens de uitvinding kan de brander worden benut als naverbrander voor waterstof die ook door de afgasbrander nog niet volledig is verbrand.

In het bijzonder geldt dat de afgasbrander verder is voorzien van tenminste een eerste ingang die in het verbrandingstraject is opgenomen en een tweede ingang voor het toevoeren van lucht. Meer in het bijzonder geldt

5    hierbij dat het systeem dusdanig is ingericht dat afgaslucht afkomstig van de brandstofcel of lucht van elders aan de afgasbrander kan worden toegevoerd. De brandstofcel is voorzien van een eerste ingang die met de brandstofprocessor is verbonden voor het toevoeren van de

10   waterstof aan de brandstofcel, een tweede ingang voor het toevoeren van lucht aan de brandstofcel, een eerste uitgang voor het afvoeren van afgas van een anode van de brandstofcel en een tweede uitgang voor het afvoeren van afgaslucht van een kathode van de brandstofcel.

15       Hierbij geldt bij voorkeur dat de eerste uitgang van de brandstofcel met de in het verbrandingstraject opgenomen eerste ingang van de afgasbrander is verbonden. Hierbij kan de tweede uitgang van de brandstofcel met de brander zijn verbonden voor het toevoeren van afgaslucht van de

20   brandstofcel aan de brander. Bij voorkeur geldt hierbij dat de tweede uitgang via een regelklep tevens met de tweede ingang van de afgasbrander is verbonden voor het toevoeren van afgaslucht aan de afgasbrander. Ook is het echter mogelijk een aparte luchttoevoer te gebruiken.

25       Volgens een geavanceerde uitvoeringsvorm van het systeem geldt dat het systeem verder is voorzien van een regelbare eerste bypass-verbinding voor het bij opstarten van het systeem overbruggen van de eerste ingang en de eerste uitgang van de brandstofcel. Hierbij geldt bij

30   voorkeur dat het systeem verder is voorzien van een tweede bypass-verbinding voor het bij opstarten overbruggen van de tweede ingang en de tweede uitgang van de brandstofcel.

      Volgens een zeer geschikte toepassing van het systeem volgens de uitvinding geldt dat het systeem verder

35   is voorzien van een CV-circuit alsmede een derde warmte-wisselaar voor het uitwisselen van warmte tussen het eerste

verwarmingscircuit en het CV-circuit. Hierbij kan het CV-circuit zijn voorzien van een warmtewisselaar die stroomafwaarts van de eerste warmtewisselaar in het verbrandingstraject is opgenomen en die in combinatie met de naverbrander als boilersysteem kan functioneren. In het bijzonder geldt hierbij dat het eerste verwarmingscircuit is uitgevoerd als een reversibel-verwarmingscircuit waarin een warmtetransportmedium selectief in twee richtingen kan worden rondgepompt. Het eerste verwarmingscircuit heeft een dubbelfunctie. Bij opstart stroomt het fluïdum in het verwarmingscircuit van de eerste warmtewisselaar naar de brandstofcel, van de brandstofcel naar de derde warmtewisselaar en van de derde warmtewisselaar naar de eerste warmtewisselaar. De brander kan hierbij in bedrijf zijn en brandt op afgas van de afgasbrander en lucht via de tweede bypass van de brandstofcel. Hierbij verwarmen de verbrandingsgassen de brandstofcel.

Tijdens stationair bedrijf is de brander in principe buiten werking. Het fluïdum in het eerste verbrandingscircuit stroomt in een richting tegengesteld aan de richting bij opstarten. Dit brengt met zich dat de warmte van de brandstofcel wordt afgevoerd naar de derde warmtewisselaar die deel uitmaakt van de centrale verwarming. Indien de restwarmte naar deze warmtewisselaar in het fluïdum te groot is om de brandstofcel voldoende te koelen, kan de warmte uit het eerste verwarmingscircuit worden verwijderd met behulp van een in dit verwarmingscircuit opgenomen warmtevernietiger zoals een koelribbe. Als echter de brandstofcel geen voldoende warmte voor het CV-systeem genereert, kan de brander als boilerbrander worden ingezet. Hiertoe is de brander voorzien van een additionele aansluiting waaraan bijvoorbeeld aardgas kan worden toegevoerd. Verbrandingswarmte wordt dan via het eerste verwarmingscircuit en via de rookgassen van de brander naar het CV-circuit geleid.

In principe geldt voor het systeem dat de elektriciteitsvraag leidend is. De restenergievraag wordt gedekt door het inschakelen van de brander als boilerbrander.

De uitvinding zal thans nader worden toegelicht aan de hand van de tekening. Hierin toont:

Fig. 1 een principeschema van een mogelijke uitvoeringsvorm van het systeem volgens de uitvinding.

In fig. 1 is met verwijzingscijfer 1 een systeem volgens de uitvinding aangeduid. Het systeem is voorzien van een brandstofprocessor 2, voor het genereren van waterstof uit een koolwaterstofverbinding of een mengsel van koolwaterstofverbindingen. De brandstofprocessor is hiertoe voorzien van een eerste inlaat 4 voor het toevoeren van lucht en een tweede inlaat 6 voor het toevoeren van de gasvormige koolwaterstofverbinding of het mengsel van koolwaterstofverbindingen, in dit voorbeeld aardgas. Het systeem is verder voorzien van een verbrandingstraject waarlangs de door de brandstofprocessor 2 gegenereerde waterstof wordt geleid voor verbranding. Dit verbrandingstraject is in de figuur met de stippellijn 8 aangeduid.

In het verbrandingstraject 8 is een brandstofcel van een op zich bekend type opgenomen voor het tenminste opwekken van elektrische energie  $E$  en eventueel warmte  $Q$  door verbranding van de door de brandstofprocessor 2 gegenereerde waterstof. De brandstofcel is in dit voorbeeld voorzien van een eerste ingang 12 die met een uitgang van de brandstofprocessor 2 is verbonden voor het toevoeren van waterstof aan de brandstofcel. Voorts is de brandstofcel voorzien van een tweede ingang 14 voor het toevoeren van lucht aan de brandstofcel. De brandstofcel is verder voorzien van een eerste uitgang 16 voor het afvoeren van afgas van een anode 18 van de brandstofcel en een tweede uitgang 20 voor het afvoeren van afgaslucht van een kathode 22 van de brandstofcel.



Het systeem is verder voorzien van een eerste warmtewisselaar 24 en een tweede warmtewisselaar 26 die enerzijds stroomafwaarts van de brandstofcel 10 in serie in het verbrandingstraject 8 zijn opgenomen. Het systeem omvat voorts een eerste verwarmingscircuit 28 waarin de brandstofcel is opgenomen en een tweede verwarmingscircuit 30 waarin de brandstofprocessor is opgenomen. Hierbij is de eerste warmtewisselaar anderzijds in het eerste verwarmingscircuit 28 opgenomen voor het uitwisselen van warmte tussen het verbrandingstraject 8 en het eerste verwarmingscircuit. De tweede warmtewisselaar 26 is anderzijds in het tweede verwarmingscircuit 30 opgenomen voor het uitwisselen van warmte tussen het verbrandingstraject 8 en het tweede verwarmingscircuit 30.

Het systeem is verder voorzien van een tussen de brandstofcel 10 en de tweede warmtewisselaar 26 in het verbrandingstraject opgenomen, op zich bekende, katalytische afgasbrander 32. Tussen de eerste warmtewisselaar 24 en de tweede warmtewisselaar 26 is in verbrandingstraject 8 een brander 34 opgenomen die de functie kan hebben van naverbrander of boilerbrander. Een en ander brengt met zich dat de brandstofcel 10, de afgasbrander 32, de tweede warmtewisselaar 26, de brander 34, en de eerste warmtewisselaar 24 respectievelijk in serie in het verbrandingstraject 8 zijn opgenomen. De brander 34 is verder voorzien van een separate ingang 36 voor het toevoeren van een gas zoals aardgas. De afgasbrander 32 is verder voorzien van tenminste een eerste ingang 38 die in het verbrandingstraject 8 is opgenomen en een tweede ingang 40 voor het toevoeren van lucht. In dit voorbeeld is de tweede uitgang 20 van de brandstofcel 10 met de tweede ingang 40 van de afgasbrander verbonden. Het is echter eveneens mogelijk dat de afgasbrander is voorzien van een separate ingang 40' voor de toevoer van lucht aan de afgasbrander. Het systeem is derhalve dusdanig ingericht dat afgaslucht afkomstig van de brandstofcel of lucht van elders aan de afgasbrander kan



worden toegevoerd via respectievelijk de ingang 40 dan wel 40'.

De eerste uitgang 16 van de brandstofcel 10 is met de in het verbrandingstraject 8 opgenomen eerste ingang 38 van de afgasbrander 32 verbonden. De tweede uitgang 20 van de brandstofcel is verbonden met de brander 34 voor het toevoeren van afgaslucht van de brandstofcel 10 aan de brander 34. In dit voorbeeld geldt dat de tweede uitgang 20 van de brandstofcel via een regelklep 42 tevens met de tweede ingang 40 van de afgasbrander is verbonden voor het toevoeren van afgaslucht of lucht aan de afgasbrander 32.

Het systeem is verder voorzien van een regelbare eerste bypass-verbinding 44 voor het bij opstarten van het systeem overbruggen van de eerste ingang 12 en de eerste uitgang 16 van de brandstofcel 10. Tevens is het systeem voorzien van een tweede bypass-verbinding 46 voor het bij opstarten overbruggen van de tweede ingang 14 en de tweede uitgang 20 van de brandstofcel 10. In dit voorbeeld omvat het systeem verder een CV-circuit 48 alsmede een derde warmtewisselaar 50 voor het uitwisselen van warmte tussen het eerste verwarmingscircuit 28 en het CV-circuit 48. Het CV-circuit 48 is voorzien van een warmtewisselaar 52 die stroomafwaarts van de eerste warmtewisselaar 24 in het verbrandingstraject 8 is opgenomen. Aldus wordt afgas dat de eerste warmtewisselaar heeft doorstroomd aan de warmtewisselaar 52 toegevoerd. Behalve de derde warmtewisselaar 50 en de warmtewisselaar 52 is tevens een CV 54 in het CV-circuit 48 opgenomen.

Het eerste verwarmingscircuit is in dit voorbeeld uitgevoerd als een reversible circuit waarin een warmte-transportmedium selectief in twee richtingen kan worden rondgepompt. Het systeem is verder nog voorzien van een warmtevernietiger 56 in de vorm van bijvoorbeeld een koelribbe die in het eerste verwarmingscircuit 28 tussen de brandstofcel 10 en de derde warmtewisselaar 50 is opgenomen

voor het afvoeren van een instelbare hoeveelheid warmte uit het eerste verwarmingscircuit 28.

In dit voorbeeld is de brandstofprocessor 2 voorzien van bevochtigingsmiddelen 58 voor het bevochtigen van een mengsel van aardgas en lucht, welk aardgas en lucht via de eerste inlaat 4 en de tweede inlaat 6 aan de brandstofprocessor wordt toegevoerd. De bevochtigingsmiddelen 58 zijn hiertoe in dit voorbeeld voorzien van een reservoir met water dat in het tweede verwarmingscircuit 30 is opgenomen voor het verwarmen van het water en voor het aldus toevoegen van waterdamp aan het genoemde mengsel. De inrichting is verder nog voorzien van regelkleppen 60, 62 voor het instelbaar verdelen van de door de brandstofprocessor 2 gegenereerde waterstof naar de eerste ingang 12 van de brandstofcel 10 en de bypass 44. Voorts is de inrichting voorzien van kleppen 64, 66 voor het instelbaar verdelen van met behulp van een ventilator 68 aangezogen lucht over de tweede ingang 14 van de brandstofcel 10 en de tweede bypass 48. Met behulp van kleppen 70, 72 kan het medium dat het verwarmingscircuit 28 doorstroomt naar keuze geheel of gedeeltelijk door de warmtevernietiger 56 worden geleid.

Het systeem zoals hiervoor omschreven werkt als volgt.

Bij het opstarten is de brandstofprocessor nog niet opgewarmd en zal derhalve nog geen waterstofrijk gas kunnen genereren. In een eerste stap wordt aardgas naar de brandstofprocessor gevoerd, gemengd met een ondermaat verbrandingslucht. In de processor wordt dit mengsel verbrand, waarbij CO en  $H_2$  ontstaat. De verbranding kan thermisch of katalytisch plaatsvinden, met behulp van respectievelijk een elektrische ontsteking of een elektrische verwarming voor het opstarten van de katalysator. Bij het opstarten zijn de kleppen 60, 62 dusdanig ingesteld dat het mengsel van CO,  $H_2$  en onverbrand aardgas dat de brandstofprocessor 2 verlaat via de bypass

44 aan de ingang 38 van de afgasbrander 32 wordt toegevoerd. Tevens zijn de kleppen 64, 66 dusdanig geschakeld dat met behulp van de ventilator 68 aangezogen lucht via bypass 46 en de regelklep 42 aan de brander 34  
 5 wordt toegevoerd. Tevens kan via de regelklep 42 bovendien een gedeelte van de genoemde lucht aan de ingang 40 van de afgasbrander 32 worden toegevoerd. De afgasbrander 32 wordt bij het opstarten met behulp van een verwarmingseenheid 74 van de afgasbrander verwarmd. De verwarmingseenheid 74 kan  
 10 bijvoorbeeld zijn uitgevoerd als een elektrische verwarming. Het gevolg is dat het gasmengsel uit de brandstofprocessor 2 met de lucht in de afgasbrander 32 zal verbranden. Hierdoor zal de temperatuur van de afgasbrander verder gaan stijgen. Het aldus ontstane afgas van de  
 15 afgasbrander 32 wordt via de tweede warmtewisselaar 26 aan de brander 34 toegevoerd. Zoals besproken wordt aan de brander 34 tevens lucht toegevoerd. Onverbrande componenten die nog in het afgas aanwezig zijn worden in brander 34 verbrand, waarna het aldus gegenereerde afgas aan de eerste  
 20 warmtewisselaar 24 wordt toegevoerd.

Bij het opstarten wordt met behulp van een pomp 76 een warmtetransportmedium van het tweede verwarmingscircuit 30 dusdanig rondgepompt dat dit medium van de tweede warmtewisselaar 26 naar de bevochtigingsmiddelen 58 van de  
 25 brandstofprocessor stroomt. Het gevolg is dat waterdamp wordt toegevoegd aan het mengsel van lucht en aardgas dat via de eerste inlaat 4 en de tweede inlaat 6 aan de brandstofprocessor wordt toegevoerd. Hierdoor zal de brandstofprocessor beginnen met het genereren van  
 30 waterstofrijk gas. Het volledig op gang komen van deze  $H_2$  productie kan tot enkele uren in beslag nemen. Tijdens deze periode wordt met behulp van een pomp 78 die in het verwarmingscircuit is opgenomen een warmtetransportmedium dusdanig rondgepompt dat dit warmtetransportmedium stroomt  
 35 van de eerste warmtewisselaar 24 naar de brandstofcel 10, van de brandstofcel 10 naar de derde warmtewisselaar 50 en

van de derde warmtewisselaar 50 terug naar de eerste warmtewisselaar 24. Het gevolg is dat de brandstofcel 10 eveneens wordt opgewarmd.

Wanneer de brandstofcel 10 is opgewarmd, terwijl  
 5 bovendien de brandstofprocessor waterstofrijk gas genereert, worden de kleppen 60 en 62 dusdanig geschakeld dat de waterstof die door de brandstofprocessor 2 wordt gegenereerd aan de eerste ingang 12 van brandstofcel wordt toegevoerd. De eerste bypass 44 wordt buiten werking  
 10 gesteld. Tevens wordt de met behulp van de ventilator 68 aangezogen lucht aan de tweede ingang 14 van de brandstofcel toegevoerd. Dit betekent dat de tweede bypass 46 eveneens buiten werking wordt gesteld. Bovendien treedt de brander 34 buiten werking. Daarnaast wordt de pomp 78  
 15 dusdanig aangestuurd dat deze het warmtetransportmedium in een tegengestelde richting gaat rondpompen, d.w.z. van de brandstofcel 10 naar de eerste warmtewisselaar 24, van de eerste warmtewisselaar 24 naar de derde warmtewisselaar 50 en van de derde warmtewisselaar 50 terug naar de brandstof-  
 20 cel 10.

In deze situatie zal het waterstofgas dat aan brandstofcel 10 wordt toegevoerd, althans gedeeltelijk, verbranden. Hierdoor zal de brandstofcel 10 elektrisch vermogen E genereren dat wordt aangeboden voor bijvoorbeeld  
 25 het gebruik van elektriciteit in een woning. Het afgas wordt via de uitgang 16 van de anode 18 aan de ingang 38 van de afgasbrander toegevoerd. Tegelijkertijd wordt een deel van de afgaslucht van de uitgang 20 van de kathode via de regelklep 42 aan de ingang 40 van de afgasbrander  
 30 toegevoerd. De regelklep is zodanig ingesteld dat het resterende deel van de afgaslucht van de uitgang 20 van de kathode de brander 34 blijft doorstromen, ook nadat deze is gedoofd. In de afgasbrander wordt het afgas afkomstig van de brandstofcel 10 voorzover de waterstof hierin nog niet  
 35 volledig was verbrand verder verbrand. Het afgas dat hierbij in de afgasbrander 32 wordt geproduceerd,

doorstroomt vervolgens de tweede warmtewisselaar 26, de  
brander 34 die is gedoofd en de eerste warmtewisselaar 24.  
De tweede warmtewisselaar 26 zorgt ervoor dat continu  
warmte aan de bevochtigingsmiddelen 58 wordt toegevoerd. De  
5 eerste warmtewisselaar 24 heeft thans als functie ervoor te  
zorgen dat de brandstofcel 10 wordt gekoeld. Warmte wordt  
via de tweede warmtewisselaar 24 aan de derde  
warmtewisselaar 50 toegevoerd. De tweede warmtewisselaar 50  
geeft hierbij warmte af aan het CV-circuit 48. Voorts wordt  
10 het afgas dat de eerste warmtewisselaar 24 heeft  
doorstroomd aan de warmtewisselaar 52 toegevoerd. Het  
medium dat het CV-circuit 48 doorstroomt geeft zijn warmte  
vervolgens af aan de centrale verwarming 54 die in een  
woning op zich bekende radiatoren kan omvatten. De  
15 warmtewisselaar 52 is in dit voorbeeld voorzien van een  
temperatuursensor 80 voor het meten van de temperatuur van  
het medium dat door het CV-circuit 48 stroomt. Wanneer  
blijkt dat de temperatuur niet voldoende hoog is om te  
kunnen voldoen aan de door de centrale verwarming 54  
20 gevraagde hoeveelheid warmte, kan de brander 34 worden  
geactiveerd zodat deze gaat fungeren als boilerbrander. Een  
klep 79 wordt hiertoe geopend. Hiertoe wordt dan via de  
ingang 36 aardgas aan de brander 34 toegevoerd. Dit heeft  
weer tot gevolg dat het afgas van de afgasbrander 32 dat de  
25 brander 34 doorstroomt verder zal worden verwarmd. Dit  
verwarmde afgas, gemengd met rookgas van brander 34,  
doorstroomt de eerste warmtewisselaar en kan aldus een deel  
van de warmte-inhoud afgeven aan het verwarmingscircuit 28  
die vervolgens op zijn beurt via de derde warmtewisselaar  
30 50 warmte afgeeft aan het CV-circuit. Het mengsel van  
rookgas en afgas stroomt na de eerste warmtewisselaar 24  
via verbrandingstraject 8 naar de warmtewisselaar 52, waar  
het gas een volgend deel van de warmte-inhoud afstaat aan  
het CV-circuit. De brander 34 en warmtewisselaar 52 gaan zo  
35 fungeren als boiler.

Het toepassen van een katalytische afgasbrander heeft verder als voordeel dat piekbelastingen goed kunnen worden opgevangen.

Wanneer bijvoorbeeld de elektriciteitsvraag laag is en uit de brandstofcel slechts een geringe hoeveelheid restwaterstof via de uitgang 16 naar de ingang 38 van de afgasbranders stroomt, is de afgasbrander toch in staat dit goed te verbranden. Wanneer echter de elektriciteitsvraag hoog is en relatief veel restwaterstof wordt afgegeven door de brandstofcel, kan de afgasbrander eveneens goed functioneren. Wanneer de samenstelling van het afgas, dat via bypass 44 uit de brandstofprocessor 2 wordt toegevoerd aan de ingang 38 van de afgasbrander, tijdens de opstart sterk varieert, door de overgang van afgas met relatief veel onverbrand aardgas naar een waterstofrijk mengsel, is de afgasbrander toch in staat dit variërende mengsel goed te verbranden.

Het is eveneens mogelijk dat de afgasbrander via een separate ingang 40' wordt voorzien van lucht. In dat geval kan de regelklep 42 worden weggelaten. De tweede uitgang 20 is dan uitsluitend verbonden met de naverbrander 34.

Het systeem is verder voorzien van een besturingsinrichting 82 voor het besturen van de kleppen 42, 60, 62, 64, 66, 70 en 72, zoals hiervoor besproken. Tevens bestuurt de controle-inrichting 82 de ventilator 68 en 84, de pomp 76, de pomp 78, de boiler 52 en de centrale verwarming 54 zoals hiervoor besproken. De controle-eenheid 82 is tevens verbonden met de temperatuormeetsensor 80 voor het bepalen of het noodzakelijk is de brander 34 in te schakelen als boilerbrander zoals hiervoor besproken. De controle-eenheid 82 bestuurt dienovereenkomstig de brander 34 alsmede de klep 79 voor de toevoer van aardgas aan de ingang 36 van de brander zoals hiervoor besproken.

De uitvinding is geenszins beperkt tot de hiervoor geschetste uitvoeringsvormen. Zo is het mogelijk dat de brander 34 wordt voorzien van een separate ingang voor de

- toevoer van lucht. Het is derhalve niet noodzakelijk dat de brander wordt voorzien van lucht die afkomstig is van de ventilator 68 en die al dan niet via de brandstofcel 10 en/of de bypass 56 aan de brander wordt toegevoerd. In dat
- 5 geval kan de bypass 56 achterwege blijven. Dergelijke varianten worden elk geacht binnen het kader van de uitvinding te vallen.



## CONCLUSIES

1.       Systeem voorzien van een brandstofprocessor voor het genereren van waterstof uit een koolwaterstof-verbinding en een verbrandingstraject waarlangs de gegenereerde waterstof wordt geleid voor verbranding, waarbij in het verbrandings-  
5       traject tenminste een brandstofcel is opgenomen voor het tenminste opwekken van elektrische energie en eventueel warmte door verbranding van de door de brandstofprocessor gegenereerde waterstof, met het kenmerk, dat het systeem verder is voorzien van een eerste warmtewisselaar en een  
10       tweede warmtewisselaar die enerzijds stroomafwaarts van de brandstofcel in serie in het verbrandingstraject zijn opgenomen, een eerste verwarmingscircuit waarin de brandstofcel is opgenomen en een tweede verwarmingscircuit waarin de brandstofprocessor is opgenomen waarbij de eerste  
15       warmtewisselaar anderzijds in het eerste verwarmingscircuit is opgenomen voor het uitwisselen van warmte tussen het verbrandingstraject en het eerste verwarmingscircuit en de tweede warmtewisselaar anderzijds in het tweede verwarmingscircuit is opgenomen voor het uitwisselen van  
20       warmte tussen het verbrandingstraject en het tweede verwarmingscircuit.
2.       Systeem volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het systeem verder is voorzien van een tussen de brandstofcel en de tweede warmtewisselaar in het verbrandingstraject  
25       opgenomen afgasbrander.
3.       Systeem volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat het systeem verder is voorzien van een tussen de eerste en tweede warmtewisselaar in het verbrandingstraject opgenomen naverbrander of boilerbrander.
- 30       4.       Systeem volgens conclusie 2 en 3, met het kenmerk, dat de brandstofcel, afgasbrander, tweede warmtewisselaar, naverbrander en eerste warmtewisselaar respectievelijk in serie zijn geschakeld.

5.       Systeem volgens conclusie 3 of 4, met het kenmerk, dat de naverbrander verder is voorzien van een separate ingang voor het toevoeren van een gas zoals aardgas.
6.       Systeem volgens een der conclusies 2, 4 of 5, met  
5       het kenmerk, dat de afgasbrander verder is voorzien van tenminste een eerste ingang die in het verbrandingstraject is opgenomen en een tweede ingang voor het toevoeren van lucht.
7.       Systeem volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat  
10       het systeem dusdanig is ingericht dat afgaslucht afkomstig van de brandstofcel of lucht van elders aan de afgasbrander kan worden toegevoerd.
8.       Systeem volgens een der voorgaande conclusies, met  
15       het kenmerk, dat de brandstofcel is voorzien van een eerste ingang die met de brandstofprocessor is verbonden voor het toevoeren van de waterstof aan de brandstofcel, een tweede ingang voor het toevoeren van lucht aan de brandstofcel, een eerste uitgang voor het afvoeren van afgas van een anode van de brandstofcel en een tweede uitgang voor het  
20       afvoeren van afgaslucht van een kathode van de brandstofcel.
9.       Systeem volgens conclusie 7 en 8, met het kenmerk, dat de eerste uitgang van de brandstofcel met de in het verbrandingstraject opgenomen eerste ingang van de  
25       afgasbrander is verbonden.
10.       Systeem volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de tweede uitgang van de brandstofcel met de naverbrander is verbonden voor het toevoeren van afgaslucht van de brandstofcel aan de naverbrander.
- 30       11.       Systeem volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de tweede uitgang via een regelklep tevens met de tweede ingang van de afgasbrander is verbonden voor het toevoeren van afgaslucht aan de afgasbrander.
12.       Systeem volgens een der conclusies 8-11, met het  
35       kenmerk, dat het systeem verder is voorzien van een regelbare eerste bypass-verbinding voor het bij opstarten

van het systeem overbruggen van de eerste ingang en de eerste uitgang van de brandstofcel.

13. Systeem volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat het systeem verder is voorzien van een tweede bypass-  
5 verbinding voor het bij opstarten van het systeem overbruggen van de tweede ingang en de tweede uitgang van de brandstofcel.

14. Systeem volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het systeem verder is voorzien van een CV-  
10 circuit alsmede een derde warmtewisselaar voor het uitwisselen van warmte tussen het eerste verwarmingscircuit en het CV-circuit.

15. Systeem volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat het CV-circuit is voorzien van een warmtewisselaar die  
15 stroomafwaarts van de eerste warmtewisselaar in het verbrandingstraject is opgenomen

16. Systeem volgens conclusie 14 of 15, met het kenmerk, dat het eerste verwarmingscircuit is uitgevoerd als een  
20 reversibel-verwarmingscircuit waarin een warmtetransport-medium selectief in twee richtingen kan worden rondgepompt.

17. Systeem volgens conclusie 14, 15 of 16, met het kenmerk, dat het systeem verder is voorzien van een  
warmtevernietiger in de vorm van bijvoorbeeld een koelribbe die in het eerste verwarmingscircuit tussen de brandstofcel  
25 en de derde warmtewisselaar is opgenomen voor het instelbaar afvoeren van warmte uit het eerste verwarmingscircuit wanneer de brandstofcel, in gebruik, na het opstarten niet voldoende kan worden gekoeld.

18. Systeem volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de brandstofprocessor is voorzien van  
30 bevochtigingsmiddelen voor het bevochtigen van de aan de brandstofprocessor toegevoerde koolwaterstoffen waarbij de bevochtigingsinrichting in het tweede verwarmingscircuit is opgenomen voor het toevoeren van warmte aan de bevochtigingsmiddelen.  
35

1013474

